

DIKTAT

ELEKTRODINAMIKA

D
I
S
U
S
U
N

Oleh:

Nazaruddin Nasution, M.Pd
NIB. 1100000070



PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA
MEDAN
2020

SURAT REKOMENDASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama	:	Dr. Abdul Halim Daulay, S.T, M.Si
NIP.	:	198111062005011003
Pangkat/ Gol.	:	Penata Tk.I (III/d)
Unit Kerja	:	Fakultas Sains dan Teknologi

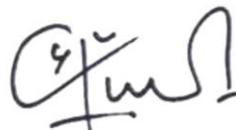
menyatakan bahwa diktat saudara

Nama	:	Nazaruddin Nasution, M.Pd
NIB	:	1100000070
Pangkat/ Gol.	:	Penata Muda Tk.I/ III b
Unit Kerja	:	Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN SU Medan
Judul Diktat	:	Elektrodinamika

Telah memenuhi syarat sebagai suatu karya ilmiah (Diktat) dalam mata kuliah Elektrodinamika pada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.

Demikianlah rekomendasi ini diberikan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Medan, 1 September 2020
Yang Menyatakan,



Dr. Abdul Halim Daulay, ST, M.Si
NIP. 198111062005011003

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji hanya milik Allah Tuhan sekalian alam. Atas berkat rahmat dan karuniaNya, saya dapat menyelesaikan penulisan diktat ini dengan judul “**Elektrodinamika**”. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Muhammad SAW beserta kerabat, sahabat, para pengikutnya sampai akhir zaman, adalah sosok yang telah membawa manusia dan seisi alam dari kegelapan ke cahaya sehingga kita menjadi manusia beriman, berilmu, dan tetap beramal shaleh agar menjadi manusia yang berakhlak mulia.

Penulisan diktat ini bertujuan untuk melengkapi persyaratan pengusulan kenaikan pangkat di Fakultas Sains dan Teknologi Program Fisika UIN Sumatera Utara, Medan. Diktat ini juga diharapkan dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan, khususnya mahasiswa fisika dalam instalasi nilai-nilai Islam yang terpadu dalam proses pembelajaran di lingkungan UIN Sumatera Utara, Medan.

Dalam penulisan diktat ini, saya sangat menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang perlu perbaikan di sana sini, sumbangan pemikiran yang membangun sangat penulis harapkan dari rekan-rekan sejawat terutama dari dosen-dosen senior yang terhimpun dalam mata kuliah serumpun. Juga usulan dari para pengguna bahan ajar ini terutama mahasiswa fisika, semoga konten Elektrodinamika dapat diperkaya melalui evaluasi terus menerus. Atas segala budi baik yang telah penulis terima dari semua pihak untuk itu saya ucapkan ribuan terima kasih. Semoga Allah SWT membalas kebaikan seluruh rekan sekalian dengan ganjaran yang berlipat ganda, Amiin.

Medan, 1 September 2020
Penulis

Nazaruddin Nasution, M.Pd
NIB. 1100000070

DAFTAR PUSTAKA

BAB I VEKTOR	1
1.1. Besaran Skalar dan Besaran Vektor	1
1.2. Vektor Komponen dan Vektor Satuan	2
1.3. Menentukan Vektor Resultan	2
1.4. Menentukan Arah Resultan Vektor	4
BAB II LISTRIK	7
2.1 Muatan Listrik	7
2.2. Hukum Coulomb	7
2.3 Medan Listrik	8
2.4 Potensial Listrik	9
BAB III KAPASITOR	11
3.1. KAPASITOR	11
3.2. Rangkaian Kapasitor	14
3.3. Energi Kapasitor	14
3.4. ENERGI POTENSIAL LISTRIK	16
3.5. HUKUM KEKEKALAN ENERGI MEKANIK	16
BAB IV LISTRIK DINAMIS	19
4.1 Arus Listrik	18
4.2. TEGANGAN LISTRIK.	18
BAB V MAGNET	21
5.1 PENGERTIAN MAGNET	21
5.2. Medan Magnet	21
5.3. ELEKTROMAGNET	22
5.4. Induksi Magnet	22
5.5. Gaya Lorentz (F)	23
BAB VI INDUKSI ELEKTROMAGNET	24
6.1. MENURUT FARADAY	24
6.2. HUKUM HENZ	24
6.3. Hukum Faraday	26

6.4. TRANSFORMATOR	28
DAFTAR PUSTAKA	30

BAB I

VEKTOR

1.1. Besaran Skalar dan Besaran Vektor

Ketika peserta didik mempelajari ilmu fisika, materi pertama yang di ajarkan pastilah pengenalan skalar dan vektor, skalar dan vektor merupakan materi pengenalan kepada seluruh peserta didik. Dengan mengenal beberapa besaran yang ada dalam fisika akan membuat peserta didik mengenali besaran apa saja yang sering ia lihat dan temukan dalam kehidupan sehari hari dan besaran yang dia jarang temui dalam kehidupan sehari hari akan muncul pada materi fisika selanjutnya.

Sekalar dan vektor merupakan besaran yang memiliki fungsi dan menjelaskan kondisi yang berbeda, penjabaran perbedaan antara skalar dan vektor akan bermanfaat dalam mengurangi kesalahan konsep. Skalar merupakan besaran yang menjelaskan tentang nilai suatu besaran fisika namun pada besaran tersebut tidak ada arah, ada beberapa besaran fisika yang tidak memiliki arah namun memiliki nilai contohnya waktu. Kita pernah mendengar orang menanyakan jam berapa ini tetapi dia tidak pernah menanyakan arah tentang jam tersebut. Begitu juga massa, panjang, tinggi, jumlah zat, intensitas cahaya, dan lainnya.

Dalam kehidupan yang kita alami selain besaran skalar kita juga sering bersinggungan dengan besaran vektor, dimana kita sering melihat kendaraan yang bergerak selain dia punya nilai kelajuan dia juga memiliki nilai arah. Kemudian kita juga sering mendengar kata dorong, dorong merupakan konsep fisika yang berkaitan dengan Gaya. Gaya merupakan besaran fisika yang dalam kehidupan sehari hari sering kita lakukan. Dan tanpa kita sadari kita sering merasakan adanya gaya yang terjadi pada tubuh kita, sehingga pada saat itu terjadi tubuh kita akan terdorong bahkan akibat hembusan angin sekalipun.

Pada intinya besaran vektor merupakan besaran yang terdiri dari nilai dan arah. Sehingga vektor mampu menjelaskan fakta fakta mengenai peristiwa, kejadian atau keberlangsungan hukum hukum fisika yang terjadi di alam. Alam menyajikan gejala gejala yang tanpa kita sadari terlihat dan terfikir oleh kita, terkadang ada beberapa hal yang mungkin aneh menurut kita namun gejala itu mampu di jelaskan oleh hukum atau ilmu fisika. Namun bila kita tidak mampu membedakan mana vektor ataupun skalar inilah yang menyebabkan terjadinya kesalahan pemahaman, dan pada akhirnya tidak mampu menjelaskan kenapa peristiwa itu bisa terjadi.

1.2.Vektor Komponen dan Vektor Satuan

Untuk memahami tentang nilai suatu vektor dibutuhkan ilmu yang mampu menguarai vektor tersebut kedalam beberapa koordinat kartesian. Kita misalkan gaya yang bekerja pada suatu benda menggambarkan nilai dan arah tertentu., terkadang tidak habis di pikiran kita bagaimana seorang anak yang menarik mobil mainan yang secara kasat mata gaya yang diberikan oleh anak itu menunjukkan arah miring ke atas. Walaupun gaya yang di berikan anak tersebut miring ke atas namun mobil mobilan itu bergerak maju. Yang artinya gaya tarik yang di berikan dengan arah gerak benda tidak menemukan lintasan yang sama. Namun setelah kita mempelajari keilmuan tentang vektor komponen maka kita akan menyadari bahwa gaya yang diberikan anak tersebut terurai menjadi dua gaya. Ada gaya yang bekerja pada sumbu X dan ada jugaya gaya yang bekerja pada sumbu Y.

Uraian yang terjadi pada gaya tersebut, misalnya gaya terhadap sumbu X yang menyebabkan mobil bergerak kedepan mengikuti langkah anak itu, namun kemana gaya yang bekerja pada sumbu Y, kenapa tidak ada perubahan gerak benda terhadap sumbu Y padahal nilai gaya terhadap di sumbu itu ada, hal ini dapat di jelaskan dengan menggunakan perhitungan resultan vektor. Pada sumbu Y selain gaya anak tersebut juga ada gaya lain yang arahnya berlawanan dengan arah y positif yaitu gaya tarik bumi. Nilai resultan antara gaya y positif dan gaya y negatif oleh grafitasi diperkirakan bernilai sama atau nilai gaya gravitasi lebih besar.

Vektor satuan berfungsi untuk menyatakan arah dari vektor dalam ruang, dimana vektor satuan arahnya sejajar sumbu koordinat, dan pertambahannya juga sejajar sumbu koordinat. Dalam koordinat kartesian xyz, vektor satuan biasanya dilambangkan dengan vektor satuan i untuk sumbu x positif, vektor satuan j untuk sumbu y positif dan vektor satuan k .

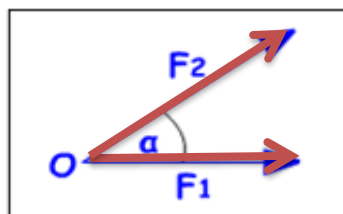
1.3.Menentukan Vektor Resultan

Resultan vektor adalah hasil penjumlahan ataupun hasil pengurangan dari dua vektor atau lebih. Untuk menentukan vektor resultan, terdapat 2 metode, yakni metode analitis dan metode grafis .Metode analitis juga dapat dibagi menjadi 3, yakni metode sinus, metode kosinus dan metode vektor komponen dan Metode grafis dapat dibagi menjadi 3 metode yakni metode segitiga, metode jajar genjang dan metode polygon. Metode vektor yang biasa digunakan adalah metode jajar genjang untuk menentukan resultan 2 buah vektor dan metode vektor komponen untuk menentukan resultan banyak vektor.

Metode Jajar Genjang

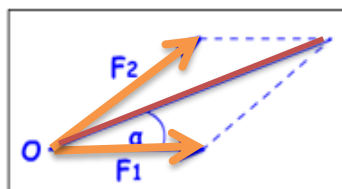
Untuk menentukan resultan 2 buah vektor digunakan metode jajar genjang. Jadi satu lukisan, yang nantinya akan berbentuk seperti jajar genjang, hanya dapat melukiskan 2 buah vektor. Adapun aturan penjumlahan adalah sebagai berikut.

1. Lukislah vektor F_1 dan F_2 dengan titik tangkap berimpit di titik O



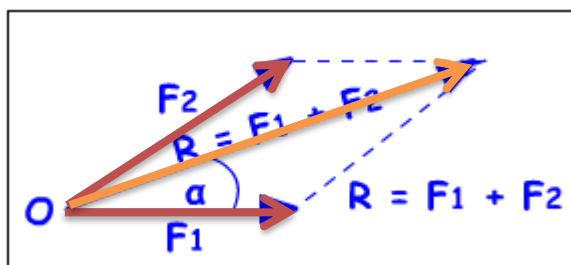
Gambar. 1.1 Metode Jajar Genjang

2. Merangkai jajar genjang dengan sisi-sisi vektor F_1 dan F_2



Gambar. 1.2 Metode Jajar Genjang

3. Diagonal jajar genjang merupakan resultan atau hasil penggabungan vektor F_1 dan vektor F_2



Gambar. 1.3 Metode Jajar Genjang

4. Sudut α menunjukkan arah resultan kedua vektor terhadap vektor F_1

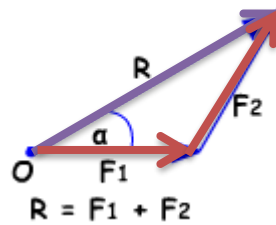
Metode Segitiga

1. Lukislah vektor F_1 dengan titik tangkap di titik O



Gambar. 1.4 Metode Segitiga

2. Lukislah vektor F_2 dengan titik tangkap di ujung vektor F_1

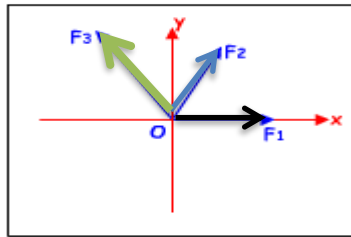


Gambar. 1.5 Metode Segitiga

3. Sudut α menunjukkan arah resultan kedua vektor terhadap arah vektor F_1

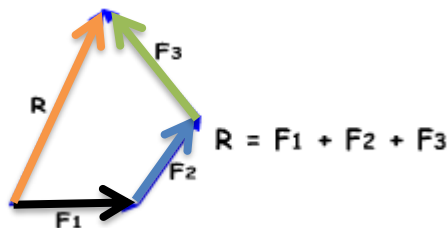
Metode Poligon

Jika ada tiga vektor atau lebih, akan digunakan metode segibanyak (poligon). Untuk lebih jelasnya, perhatikanlah gambar berikut



Gambar. 1.6 Metode Poligon

Pada gambar di atas terdapat tiga buah vektor yang akan dicari resultannya. Adapun resultan ketiga vektor tersebut seperti tampak pada gambar 2.7 berikut



Gambar. 1.7 Metode Poligon

Berikut adalah tahap-tahap dalam menentukan resultan vektor menggunakan metode poligon : Lukislah vektor F_1 dengan titik tangkap di O, Lukislah vektor F_2 dengan titik tangkap di ujung vektor F_1 , Lukislah vektor F_3 dengan titik tangkap di ujung vektor F_2 , Hubungkan titik tangkap di O dengan ujung vektor F_3 . Lukis garis penghubung antara titik tangkap O dan ujung vektor F_3 . Garis penghubung ini merupakan resultan vektor F_1 , F_2 , dan F_3 .

1.4. Menentukan Arah Resultan Vektor

Untuk menentukan arah resultan vektor, terhadap salah satu vektor penyusunnya, dapat digunakan persamaan sinus.

Perkalian Titik (Dot Product)

Perkalian titik dua buah vektor merupakan perkalian skalar dari dua vektor tersebut. Hasil perkalian titik dari dua buah vektor A dan B misalnya kita sebut C dapat dinyatakan dengan suatu persamaan berikut

$$A \cdot B = C$$
$$A \cdot B = |A||B|\cos\theta$$

Perkalian skalar dua vektor dapat dikatakan sebagai perkalian antara besar salah satu vektor dengan komponen vektor lain dalam arah vektor yang pertama. Maka pada perkalian vektor ini ada ketentuan, yaitu : pertama perkalian komponen vektor yang sejenis (searah) akan menghasilkan nilai 1, seperti : $i \cdot i = j \cdot j = k \cdot k = 1$, kedua perkalian komponen vektor yang tidak sejenis (saling tegak lurus) akan menghasilkan nilai 0, seperti : $i \cdot j = j \cdot k = k \cdot i = 0$

Perkalian Silang (Cross Product)

Perkalian silang antara dua buah vektor menghasilkan sebuah vektor baru, oleh sebab itu perkalian silang dua buah vektor juga disebut dengan perkalian vektor. Hasil perkalian yang didapat antara perkalian silang vektor A dan vektor B (dibaca A cross B) menghasilkan vektor C. Vektor C yang dihasilkan ini selalu tegak lurus dengan bidang yang dibentuk oleh vektor A dan vektor B.

Perkalian cross diantara dua vektor A dan B dapat ditulis $A \times B$, hasilnya dari perkaliannya adalah sebuah vektor lain C. Arah dari C sebagai hasil perkalian didefinisikan tegak lurus pada bidang yang dibentuk oleh A dan B. adapun simula hasil perkalian dua vektor berikut sebagai berikut :

$$\begin{array}{lll} i \times i = 0 & i \times j = k & j \times i = -k \\ j \times j = 0 & j \times k = i & k \times j = -i \\ k \times k = 0 & k \times i = j & i \times k = -j \end{array}$$

Latihan Soal

1. Dua buah vektor gaya R_1 dan R_2 sama besar yaitu 10 N bertitik tangkap sama dan saling mengait sudut 30° . Nilai resultan dari kedua vektor tersebut adalah...
2. Dua buah vektor gaya F_1 dan F_2 sama besar yaitu 40 N bertitik tangkap sama dan saling mengait sudut 50° . Nilai resultan dari kedua vektor tersebut adalah...
3. Dua buah vektor F yang sama besarnya. Bila perbandingan antara besar selisih dan besar jumlah kedua vektor sama dengan $\sqrt{3}$, tentukan besar sudut yang dibentuk oleh kedua vektor!
4. Sebuah perahu menyeberangi sungai yang lebarnya 200 m dan kecepatan airnya 3 m/s. Bila arah perahu menyilang tegak lurus dengan kecepatan 4 m/s, tentukan panjang lintasan yang ditempuh perahu hingga sampai ke seberang sungai!

BAB II

LISTRIK

2.1 Muatan Listrik

Jika melihat struktur dari suatu benda melalui konsep fisika, maka yang kita lihat adalah susunan triliunan atom atom yang saling berikatan. pada dasarnya muatan muatan yang tersusun pada benda merupakan muatan yang sudah setabil namun bila di lakukan suatu peroses pada benda benda tertentu akan timbul muatan listrik, muatan listrik yang timbul pada benda ada yang bisa kita lihat secara langsung dampaknya.

Dalam perkembangan keilmuan fisika muatan yang dikenal selama ini adalah muatan positif dan negatif. Bila suatu benda jumlah muatan negatif dan positifnya sama maka benda itu disebut dengan benda bermuatan netral, bila suatu benda kekurangan elektron dari jumlah seimbangnya maka benda itu disebut benda bermuatan positif, sebaliknya bila benda kelebihan elektron dari kondisi seimbangan maka benda itu disebut benda bermuatan negatif.

Penentuan benda positif ataupun negatif dilihat dari unsur elektron yang ada di dalamnya. Elektron menjadi katalisator muatan suatu benda dikarenakan elektron bisa bergerak bebas karena berada di kulit kulit atom. Elektron juga bisa berpindah dari atom satu ke atom lain. Elektron dapat mengalir dari benda yang kurang elektron sampai jumlah akan kebutuhan elektron kedua benda setimbang.

2.2. Hukum Coulomb

Efek yang terjadi dari dua buah muatan yang di dekatkan adalah gaya tarik dan gaya tolak antara kedua muatan, gaya yang timbul antara kedua muatan di bukukan sebagai hukum oleh seorang ilmuwan fisika, hukum yang dibuat dinamakan hukum colomb. Hukum colom mampu menghitung berapa besar gaya yang dihasilkan atau yang timbul melalui besar nilai muatan kedua atom dan jarak keduanya, persamaan hukum colomb adalah sebagai berikut:

:

$$F_{\epsilon} = k_{\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

F = gaya Coulomb (N)

q_1 = besar muatan 1 (c)

q_2 = besar muatan ke 2 (c)

r = jarak antar muatan (m)

K_e = konstanta Coulomb ($8.9875 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$)

Konstanta tersebut juga sering dinyatakan sebagai:

$$k_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Dengan ϵ_0 sebagai permitivitas ruang hampa yang besarnya $8.8542 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$.

2.3 Medan Listrik

Medan listrik adalah daerah dikelilingi muatan listrik yang masih dirasakan adanya pengaruh dari muatan tersebut. Yang perlu dipahami pada medan listrik adalah hubungan jarak suatu titik terhadap kekuatan medan magnet. Bila suatu benda bermuatan berada pada muatan benda lain dapat dirasakan adanya gaya tarik atau gaya tolak maka wilayah tersebut masih dikatakan wilayah medan listrik, bila jarak kedua benda berlahan lahan kita jauhkan dan yang terjadi adalah tidak dirasakan lagi adanya gaya tarik atau tolak, maka itu adalah batas dari medan listrik antar muatan tersebut.

Medan listrik disimbolkan dengan huruf E , bila kita hubungkan antara medan listrik dengan gaya dua muatan maka medan listrik adalah hasil bagi antara gaya dengan sebuah muatan listrik. Besar kecilnya muatan listrik bergantung pada nilai muatan listrik tersebut dan jarak titik terhadap muatan tersebut.

$$F_e = k_e \frac{q q_o}{r^2}$$

Kuat medan listrik, E pada posisi muatan test tersebut adalah:

$$E = k_e \frac{q}{r^2}$$

Bila medan listriknya berasal dari beberapa muatan, dalam artian bukan muatan tunggal maka kuat medan listriknya adalah jumlahan vektor kuat medan listrik yang ditimbulkan oleh masing-masing muatannya.

$$E = k_e \sum_i \frac{q}{r_i^2}$$

Medan Listrik karena muatan dengan distribusi kontinu

Medan listrik yang disebabkan oleh muatan yang terdistribusi secara merata merupakan jumlahan vektor dari medan listrik yang disebabkan oleh masing-masing muatan. yang disebabkan oleh satu elemen muatan kecil Δq dengan jarak Δq ke P sejauh r adalah

$$\Delta E = k_{\epsilon} \frac{\Delta q}{r^2} \vec{r}$$

dengan \vec{r} sebagai unit vektor. Bila total elemen muatannya adalah i , maka kuat medan listrik totalnya adalah:

$$E = k_{\epsilon} \sum_i \frac{\Delta q_i}{r_i^2} \vec{r}$$

Dengan indeks i menunjukan elemen ke- i pada saat distribusi muatan tersebut. Oleh karena seluruh muatan menyebar secara kontinu, hingga total kuat medan listrik di suatu titik dengan Δq_i mendekati nol adalah:

$$E = k_{\epsilon} \lim_{\Delta q_i \rightarrow 0} \sum_i \frac{\Delta q_i}{r_i^2} \vec{r} = k_{\epsilon} \int \frac{dq}{r^2} \vec{r}$$

Pengintegrasi muatan mencakup seluruh distribusi muatan dan memudahkan melakukan integrasi ke seluruh daerah distribusi maka diperkenalkan beberapa besaran sebagai berikut:

1. Nilai rapat muatan volum, ρ untuk muatan Q yang terdistribusi secara merata di seluruh bagian volum, V tersebut. Besar rapat muatan vakum adalah:

$$\rho = \frac{Q}{V}$$

Dengan besaran di atas maka elemen dq bisa dinyatakan sebagai $dq = \rho dV$

2. Nilai rapat muatan permukaan, σ untuk muatan Q yang terdistribusi secara merata pada sebuah permukaan dengan luas A .

$$\sigma = \frac{Q}{A}$$

Dengan besaran baru ini maka besar elemen dq dapat dinyatakan sebagai $dq = \sigma dA$.

3. Nilai rapat muatan linier, λ untuk muatan Q yang tersistribusi secara merata pada sebuah garis dengan panjang l .

$$\lambda = \frac{Q}{l}$$

Muatan dengan masa m bergerak di dalam medan listrik E

Bila sebuah partikel bermuatan q dengan massa m diletakkan di bawah pengaruh medan listrik E , maka pada partikel tersebut bekerja gaya elektrostatis sebesar;

$$F_e = qE$$

Gaya elektrostatis F_e akan menyebabkan partikel bermuatan tersebut bergerak. Menurut Newton partikel bermassa m tersebut mendapatkan gaya sebesar:

$$F = ma$$

Substitusi kedua persamaan di atas akan menghasilkan

$$ma = qE$$

Sehingga di dalam medan listrik yang uniform sebesar E sebuah partikel bermassa m dan bermuatan sebesar q akan mengalami percepatan, a sebesar:

$$a = \frac{qE}{m}$$

2.4 Potensial Listrik

Besar potensial listrik pada suatu titik pada medan listrik adalah besarnya usaha yang diperlukan untuk memindahkan satu satuan muatan listrik positif dari suatu tempat tak terhingga ke titik tersebut. Potensial listrik V di suatu titik didefinisikan sebagai energi potensial listrik persatuan muatan uji.

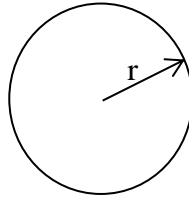
$$V = \frac{U}{q_0}$$

Dengan: V , U , dan q_0 masing-masing menyatakan potensial, energi potensial, dan muatan uji. Satuan potensial listrik adalah volt (V), di mana 1 volt = 1 joule per coulomb.

1. Potensial Listrik Akibat Satu Muatan Titik

Untuk dua muatan titik q dan Q yang terpisah dengan jarak r , energi potensial-nya adalah:

$$V = \frac{U}{q_0}, \text{ maka potensial pada jarak } r \text{ dari muatan titik } Q \text{ adalah:}$$



Gambar 2.1. Potensial listrik pada berjari-jari r , potensialnya sama. Di setiap titik pada permukaan bola.

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$$

Dari rumus di atas diketahui bahwa titik-titik di permukaan bola berjari-jari r dan berpusat pada satu muatan titik Q , potensial mempunyai harga yang sama yaitu:

$$V = \frac{kQ}{r}$$

Satu permukaan yang mempunyai potensial yang sama di mana-mana, disebut *permukaan/bidang ekipotensial*. Dengan kata lain, bidang ekipotensial adalah bidang tempat kedudukan titik-titik yang potensial listriknya sama.

2. Potensial Listrik Akibat Beberapa Muatan Listrik

Potensial listrik akibat beberapa titik merupakan penjumlahan skalar (penjumlahan aljabar) dari potensial listrik tiap muatan. Jika n muatan listrik Q_1, Q_2, \dots, Q_n yang masing-masing berjari-jari r_1, r_2, \dots, r_n ketitik P , maka potensial listrik di P diakibatkan muatan-muatan itu adalah:

$$V_P = k \left[\frac{Q_1}{r_1} + \frac{Q_2}{r_2} + \dots + \frac{Q_n}{r_n} \right]$$

$$V_P = k \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{r_i} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{r_i}$$

Latihan soal

1. Nilai gaya yang dialami oleh muatan $+10$ mikro coulomb dan -2 mikro coulomb yang berjarak 30 cm adalah ...
2. Dua buah titik masing-masing bermuatan $+140$ dan $+70$ statcoulomb saling tolak menolak dengan gaya 98 dyne. Berapakah jarak antara kedua titik tersebut.?
3. Dua bola A dan B yang sama besarnya, mula-mula bermuatan -5 dan $+9$ statcoulomb. Kedua bola itu kemudian saling disentuh dan setelah terdapat keseimbangan muatan, lalu dijatuhkan demikian sehingga yang bekerja antara kedua bola itu $0,25$ dyne. Berapakah jarak antara pusat kedua bola ?
4. Dua bola A dan B masing-masing bermuatan $+6$ statcoulomb. Berapakah jarak antara pusat kedua bola itu bila di udara saling tolak-menolak dengan gaya 9 dyne?

Kemudian kedua bola dimasukkan dalam minyak tanah, sedangkan muatannya tak berubah. Pada jarak yang sama ternyata kini gaya tolak menolaknya menjadi 4 dyne. Berapa tetapan dielektrikum untuk minyak tanah menurut percobaan tersebut.

BAB III

KAPASITOR

3.1. KAPASITOR

Salah satu komponen fisika yang sering di gunakan adalah kapasitor. Kapasitor berfungsi menyimpan energi listrik dalam waktu yang relatif singkat, dan kemudian dapat digunakan kembali dalam waktu singkat pula. Dalam rangkaian listrik, penggunaan kapasitor, antara lain untuk mencari gelombang radio, sebagai filter dalam catu daya, sebagai penyimpan energi dalam rangkaian penyalat elektronik, dan sebagai salah satu komponen dalam sistem pengapian mobil.

Kapasitor terdiri dari dua konduktor dengan muatan sama tetapi berlawanan jenis. Kemampuan kapasitor menyimpan muatan diukur dengan besaran yang disebut **kapasitans** (**kapsitansi**). Besarnya kapasitans suatu kapasitor bergantung pada bentuk geometrinya dan bahan yang memisahkan kedua konduktor, yang dinamakan **dielektrik**.

1. Kapasitor Keping Sejajar

Kuat Medan listrik yang tersimpan pada sebuah kapasitor, dipengaruhi oleh jarak antara kedua lempeng, besaran muatan yang ada pada lempeng, dan kandungan yang mengisi celah antara dua lempeng. Keseluruhan konsep ini dapat di hitung melalui persamaan:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_o} = \frac{Q}{\epsilon_o A}, \text{ beda potensial antara kedua keping: } V = Ed = \frac{Qd}{\epsilon_o A}$$

Sehingga nilai kapasitansi kapasitor plat sejajar memenuhi persamaan :

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{Qd / \epsilon_o A} = \frac{\epsilon_o A}{d}$$

Jadi, kapasitansi suatu kapasitor plat sejajar berbanding lurus dengan luas masing-masing plat , berbanding terbalik dengan jarak kedua plat, dan tergantung dari bahan dielektriknya. Secara umum, kapasitas kapasitor bertambah dengan faktor k jika seluruh ruang di antara plat-plat kapasitor diisi dengan dielektrik, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$C = K \frac{\epsilon_o A}{d}$$

Dengan:

$$K = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \text{tetapan dielektrik bahan}$$

ϵ = permitivitas bahan dielektrik

ϵ_0 = pertivitas ruang hampa.

3.2. Rangkaian Kapasitor

a. Rangkaian Seri

Kapasitor yang disusun secara seri maka akan mengalami perubahan nilai kapasitasi secara total. Sama seperti resistor pengabungan antara beberapa capasitor akan memiliki nilai kapasitansi yang juga merupakan penjumlahan secara paralel bila pada perhitungan resistor . kapasitor yang disusun secara seri memiliki nilai muatan yang sama pada tiap tiap b kapasitor.

$$V_{ab} = q/c_1 ; V_{bc} = q/c_2 ; V_{cd} = q/c_3,$$

$$V_{ad} = V_{ab} + V_{bc} + V_{cd} = q/c_1 + q/c_2 + q/c_3$$

$$q/c_s = q/c_1 + q/c_2 + q/c_3$$

$$\frac{1}{c_s} = \frac{1}{c_{ad}} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3}$$

b. Susunan Paralel

Susunan paralel disebut juga dengan susunan bercabang, sama halnya dengan resistor kapasitor juga dapat disusun paralel. Ciri khas dari kapasitor yang disusun secara paralel memiliki nilai tegangan yang sama pada tiap tiap muatan. Hal ini memudahkan kita dalam menghitung nilai muatan yang ada pada tiap tiap kapasitor. Secara penjumlahan nilai kapasitor yang disusun secara paralel akan memiliki nilai kapasitansi yang akan membesar. Pada susunan paralel, tegangan (beda potensial) pada masing-masing kapasitor sama dengan tegangan gabungan.

$$Q_1 = c_1 V ; Q_2 = c_2 V ; Q_3 = c_3 V$$

Besarnya muatan total susunan paralel adalah:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = c_1 V + c_2 V + c_3 V$$

$$c_P V = c_1 V + c_2 V + c_3 V$$

$$C_P = C_{ab} = C_1 + C_2 + C_3$$

3.3. Energi Kapasitor

Proses memuat kapasitor tidak lain adalah memindahkan muatan bebas (elektron) dari plat yang potensialnya lebih rendah ke plat lain yang potensialnya lebih tinggi. Jadi, diperlukan kerja untuk memuat kapasitor. Pada kapasitor plat sejajar, pada keadaan awal tidak bermuatan, sehingga beda potensialnya nol. Kapasitor tersebut kemudian dimuat (dihubungkan dengan baterai) sehingga pada suatu saat muatannya q dan beda potensialnya:

$$V = \frac{q}{C} \dots$$

Kerja yang diperlukan untuk memindahkan muatan dq dari plat yang bermuatan $-q$ ke plat yang bermuatan $+q$ adalah:

$$dW = Vdq = \frac{q}{C} dq$$

Kerja total yang diperlukan untuk memuat atau mengisi kapasitor tersebut dari $q = 0$ hingga akhir $q = Q$ adalah:

$$W = \int_0^Q \frac{q}{C} dq = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

Kerja yang dilakukan dalam proses pengisian tersebut dapat dipandang sebagai energi potensial (U) yang tersimpan di dalam kapasitor. Karena $Q = CV$, maka energi elektrostatis yang tersimpan di dalam kapasitor adalah:

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2$$

Dari persamaan: $V = E \cdot d$ dan $C = \frac{A}{d}$,

sehingga energi yang tersimpan:

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 A}{d} E^2 d^2$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 A}{d} \cdot E^2 d^2$$

$$U = \frac{1}{2} \epsilon_0 A d E^2$$

A.d merupakan volume kapasitor, sehingga *energi per satuan volume* (U) yang sering disebut *rapat energi* adalah:

$$U = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 A d E}{a d} = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

3.4. ENERGI POTENSIAL LISTRIK

Setiap muatan memiliki nilai potensial yang berbeda beda. Muatan yang saling tolak menolak kemudian hendak di dekatkan maka kita harus melakukan kerja terhadap muatan tersebut, ataupun bila kita hendak menjauhkan kedua muatan yang saling tarik menarik maka kita juga harus mengeluarkan energi. Energi atau nilai usaha yang harus dikeluarkan bergantung pada nilai muatan yang akan dipindahkan dan nilai potensial suatu titik. Bila kita ingin memindahkan suatu muatan ketitik yang jauh tak terhingga. Potensial listrik pada titik Q_B semula yang ditimbulkan oleh Q_A adalah :

$$V = k \cdot \frac{Q_A}{R}$$

Jika Q_B digerakan dari system ke jarak jauh tak terhingga diperlukan usaha $W = Q_B \cdot V$ atau

$$W = Q_B \cdot k \cdot \frac{Q_A}{R} \text{ atau}$$

$$W = k \cdot \frac{Q_A Q_B}{R}$$

$W = E_P$: energi potensial (J)

k = tetapan = $9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

Q_A = muatan listrik A (C)

Q_B = muatan listrik B (C)

R = jarak antara A dan B (m)

3.5. HUKUM KEKALKAN ENERGI MEKANIK

Pada materi kinematika kita sering mendengar konsep ilmu energi mekanik energi mekanik adalah energi total yang di miliki oleh suatu objek. Secara tidak langsung kita bisa menyatakan bahwa energi mekanik adalah jumlah total energi kinetik dengan energi potensial, sedangkan pada konsep listrik yang berlaku adalah sebuah partikel bermassa m , bermuatan q bergerak dalam medan listrik, energi totalnya adalah jumlah antara energi potensial dan energi kinetik.

$$E_M = E_P + E_K$$

$$E_M = qV + \frac{1}{2} m v^2$$

Nilai dari E_M selalu tetap dan berlaku hukum kekekalan energi, bila energi kinetik bertambah, energi potensial turun dan sebaliknya

$$EP_1 + EK_1 = EP_2 + EK_2 \text{ atau}$$

$$qV_1 + \frac{1}{2} m v_1^2 = qV_2 + \frac{1}{2} m v_2^2 .$$

Hubungan antara E (medan listrik) dan V (potensial listrik). Medan listrik merupakan gaya persatuan muatan

$$E = \frac{F}{q} \text{ atau } F = q \cdot E$$

Dalam elektrostatika usaha adalah perkalian antara muatan dan potensial $W = q \times V$ sehingga diperoleh :

$$F \cdot d = q \cdot V$$

$$q \cdot E \cdot d = q \cdot V$$

$$E \cdot d = V \text{ atau } E = V/d.$$

E : medan listrik (N/C)

V : potensial listrik (volt)

.d : jarak (m)

LATIHAN SOAL

1. Sebuah kapasitor mempunyai kapasitansi sebesar 5 F bila terdapat udara di antara keping-kepingnya, dan 30 F bila diantara keping-kepingnya ditempatkan lembaran porselen. Tetapan dielektrik porselen sama dengan ...
2. Tiga kapasitor 2 mC, 4 mC dan 10 mC di rangkai parallel dan dihubungkan dengan potensial 10 V. Muatan tiap kapasitor adalah ... C
3. Dua kapasitor 2 mF dan 3 mF dirangkai seri dan ujung-ujungnya diberi tegangan 10 V. Perbandingan muatan kedua kapasitor adalah ...
4. Kapasitor dengan luas tiap keeping 500 cm² dan jarak keeping 0,5 cm memiliki kapasitas sebesar ... pF

BAB IV

LISTRIK DINAMIS

4.1 Arus Listrik

Muatan listrik negatif yang berada pada suatu benda yang nilai kenegatifannya berbeda, bila dihubungkan maka akan mengalir. Akibat aliran tersebut timbulah arus listrik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa arus listrik adalah elektron yang mengalir. Besar kecilnya nilai arus listrik tergantung pada banyaknya muatan yang mengalir dalam tiap detik. Semakin besar jumlah muatan yang mengalir maka nilai arus listrik juga semakin besar. Dan nilai dari arus listrik dirumuskan:

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{atau} \quad q = I \cdot t$$

Satuan $I = \frac{C}{s} = \text{Ampere (A)}$, satuan lain untuk kuat arus misalnya miliampere (mA)

dan mikroampere (μA), dengan konversi $1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$ dan $1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$. Sedangkan kuat arus untuk setiap satuan luas penampang dinamakan kerapatan arus. Rapat arus dinyatakan dengan :

$$J = \frac{I}{A} \text{ dengan satuan } \text{A/m}^2.$$

Jumlah muatan adalah $n \times \text{electron-elektron}$ yang berpindah.

Atau $q = n \cdot e$

Sehingga berlaku

$$n \cdot e = I \cdot t$$

4.3. TEGANGAN LISTRIK.

Sumber tenaga listrik yang sering kita lihat selama ini adalah, baterai, akumulator, Arus PLN, Generator dan berbagai sumber energi listrik lainnya. Dalam listrik sumber energi sering dikenal dengan beda potensial atau tegangan listrik. Disisi lain gerak gaya listrik (GGL) disebut juga dengan tegangan Listrik. Jadi begitu banyak jenis dan macam dari tegangan listrik namun satuan yang dimiliki hanya satu yaitu volt. Dengan berbagai macam nama dan jenis yang berbeda maka tegangan terkadang juga dapat simbolkan dengan lambang lambang yang berbeda.

Beda potensial kutub – kutub sumber arus saat kutub – kutub itu tidak dihubungkan satu dengan yang lain oleh suatu konduktor atau rangkaian listrik disebut *gaya gerak listrik* atau *ggl*. Apabila kedua kutub dihubungkan dengan suatu konduktor maka electron – electron akan mengalir dari kutub negative ke kutub positif melalui konduktor itu dan arah arus listrik pada konduktor mengalir dari kutub positif menuju kutub negative (berlawanan dengan arah electron).

Latihan soal

1. Suatu penghantar berarus listrik 50mA. Muatan listrik yang mengalir pada penghantar itu selama $\frac{1}{2}$ jam adalah...
2. Suatu penghantar panjangnya 2 m, ujung – ujungnya memiliki beda potensial 6 volt, ternyata arusnya 3 A. Jika luas penampang panghantar itu $5,5 \times 10^{-2} \text{ mm}^2$ maka besarnya hambatan dan hambatan jenis penghantar itu adalah
3. Sebuah resistor diberi beda potensial 50 V, timbul arus listrik 120 mA. Apabila pada resistor tersebut timbul arus listrik 0,6 A maka beda potensialnya adalah
4. Enam buah elemen yang mempunyai ggl 1,5 volt dan hambatan dalam 0,25 ohm dihubungkan secara seri. Ujung – ujung rangkaian dihubungkan dengan hambatan 4,5 ohm. Tegangan jepitnya adalah

BAB V

MAGNET

5.1 PENGERTIAN MAGNET

Magnet adalah sesuatu yang dapat menarik benda tertentu, biasanya benda yang mengandung besi. Besi dapat ditarik oleh magnet karena pada besi terkandung magnet elementer. Magnet memiliki dua kutub yaitu kutub utara dan selatan hal ini menggambarkan dengan kutub utara dan selatan bumi. Kekuatan kutub magnet dijelaskan dengan satuan m (Am, smm). Besarnya gaya tarik menarik/tolak menolak antara 2 kutub magnet berbanding lurus dengan hasil kali kuat kutub berbanding terbalik dengan kwadrat jarak.

$$F = k \frac{m \cdot m^1}{R^2}$$

F = gaya tarik/tolak (N)

m = kuat kutub magnet (Am)

R = jarak kedua kutub (m)

k = konstanta

μ_0 = permeabilitas

5.2. Medan Magnet

Medan magnet adalah daerah dimana gayanya dapat dinyatakan. Jika ada magnet/besi masuk dalam medan magnet selalu dapat gaya sebesar F. Kuat medan magnet = H Adalah besarnya gaya yang dialami oleh satu satuan kuat kutub utara.

$$H = \frac{F}{m^1}$$

$$F = \frac{k \cdot m \cdot m^1}{R^2}$$

$$H = \frac{k \cdot m}{R^2}$$

m = kuat kutub magnet (Am)

R = jarak (m)

H = kuat medan magnet (N/Am)

F = gaya magnet (N)

m = kuat kutub magnet (Am)

Garis Gaya

Adalah garis lengkung yang terletak dalam medan magnet dimana garis singgung disetiap titik merupakan arah kuat medan. Garis gaya berasal dari kutub utara masuk kutub selatan. Jumlah garis gaya yang menembus bidang secara tegak lurus (fluksi) sebanding dengan kuat medan.

$$H = \frac{\Phi}{A}$$

Φ = flux magnet (weber)

A = luas permukaan (m²)

H = kuat medan magnet (wb/m²)

Sifat Magnetik Bahan

Bahan berdasarkan sifat kemagnetikannya ada 3 :

Bahan Ferromagnetik : Bahan yang ditarik kuat oleh magnet

Contoh : Besi, Baja

Bahan Parramagnetik : Bahan yang ditarik lemah oleh magnet

Contoh : Aluminium, Platina

Bahan Diagnetik : Bahan yang tidak dapat ditarik oleh magnet

Contoh : Karbon, Bismuth.

5.3. ELEKTROMAGNET

Oersted merupakan ilmuwan yang menjelaskan tentang magnet yang timbul disekitar penghantar berarus. Antara arah arus dan arah medan magnet digambarkan sebagai kaidah tangan kanan. Ibu jari arah arus 4 jari yang dilipat arah medan magnet.

5.4. Induksi Magnet

Induksi magnet karena *penghantar lurus yang panjang dan berarus*.

$$\beta = \frac{2k.I}{a}$$

$$\beta = \frac{\mu_0.I}{2\pi.a}$$

β = induksi magnet (T)

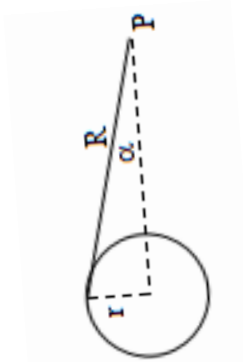
K = konstanta = 10⁻⁷ wb/Am

I = kuat arus listrik (A)

a = jarak (m)

μ_0 = permeabilitas ruang hampa

Induksi magnet karena penghantar berarus yang melingkar.



$$B = \frac{2\pi \cdot k \cdot I \cdot r}{R^2} \cdot \sin \alpha$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot r}{2R^2} \cdot \sin \alpha$$

r = jari-jari (m)

R = jarak garis miring

α = sudut

Gambar 5.1 induksi magnet pada kawat melingkar

Jika P dipusat lingkaran maka besar induksinya sebagai berikut :

$$B = \frac{2\pi \cdot k \cdot I}{r}$$
$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 \cdot I}{2r}$$

Induksi magnet karena solenoida

Solenoida kumparan yang panjang

$$n = \frac{N}{\ell}$$

N = banyaknya lilitan

ℓ = panjang solenoida

n = banyaknya lilitan tiap satuan panjang

$$B \text{ dipusat} = \mu_0 \cdot I \cdot n$$

$$B \text{ diujung} = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot n}{2}$$

Induksi magnet karena toroida (kumparan yang melingkar)

$$B = 4\pi.k.I.n$$

$$B = \mu_o.I.n$$

5.5. Gaya Lorentz (F)

Jika penghantar berarus terletak dalam medan magnet selalu mendapat gaya sebesar

$$F = B.I.\ell.\sin \alpha$$

F = gaya lorentz (N)

B = induksi magnet (T)

I = kuat arus (A)

ℓ = panjang kawat (m)

α = sudut yang dibentuk antara B dan i

Antara arah F, I dan β digambarkan sebagai kaidah tangan kanan dengan ketentuan :

- Telapak tangan arah F
- 4 jari arah B
- Ibu jari arah I

Jika muatan bergerak dalam medna magnet juga mendapat gaya sebesar :

$$F = Q.V.B.\sin \alpha$$

Q = muatan listrik (c)

V = kecepatan gerak muatan (m/s)

A = sudut yang dibentuk antara B dan V

Antara arah F, B, V digambarkan sebagai kaidah tangan kanan.

BAB VI

INDUKSI ELEKTROMAGNET

6.1. MENURUT FARADAY

Bila induksi magnet kita mempelajari nilai magnet yang tercipta dari aliran listrik pada suatu besi atau logam. Maka pada materi ini kita mempelajari konsep ilmu dan nilai tegangan listrik yang timbul akibat adanya perubahan medan magnet. Secara tidak langsung inti dari materi kita saat ini adalah menciptakan energi listrik baru dengan menggunakan prinsip kerja mekanik medan magnet. Medan listrik yang dihasilkan dari perubahan medan magnet disebut Gerak Gaya Listrik (GGL) dan nilainya sebagai tegangan listrik yang bersatuan volt. Perubahan medan magnet disebut juga dengan perubahan fluks magnet. Fluks magnet merupakan besarnya medan magnet yang menembus suatu bidang. Perubahan medan magnet dikarenakan pergerakan magnet di sekitar medan magnet.

$$\epsilon = -B \cdot \ell \cdot v$$

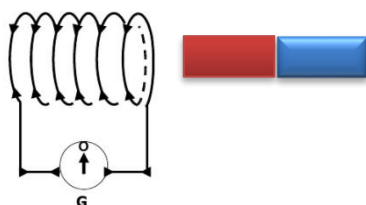
$$\epsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Kuat arus yang berubah-ubah.

$$\epsilon = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\epsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

6.2. HUKUM HENZ



Gambar 6.1. kumparan dan magnet batang

Jika magnet digerakkan didalam kumparan terjadi perubahan medan magnet sehingga timbul GGL disekitar kumparan akibatnya kumparan berarus dan disekitar kumparan timbul

medan magnet begitu seterusnya sehingga suatu saat magnet yang berada didalam kumparan terasa ditolak.

6.3. Hukum Faraday

Perubahan medan magnet menimbulkan GGL disekitar penghantar sepanjang ℓ , akibatnya ℓ berarus listrik. Berarti ℓ saat ini berarus terletak dalam medan magnet dan akhirnya mendapat gaya Lorenz sebesar $F_\ell = B I \ell \sin 90^\circ$. Gaya Lorenz ini merupakan reaksi dari F .

$$\boxed{F = -F_\ell} \longrightarrow \boxed{F = -B \cdot I \cdot \ell}$$

$$\text{Energi} = \epsilon \cdot I \cdot \Delta t$$

$$W_{\text{listrik}} = \text{Energi listrik}$$

$$F \cdot \Delta s = \epsilon \cdot I \cdot \Delta t$$

$$-B \cdot I \cdot \ell \cdot \Delta s = \epsilon \cdot I \cdot \Delta t$$

$$\epsilon = -\frac{B \cdot \ell \cdot \Delta s}{\Delta t} \longrightarrow \boxed{\epsilon = -B \cdot \ell \cdot V}$$

$$\epsilon = -\frac{B \cdot \Delta A}{\Delta t} \longrightarrow \boxed{\epsilon = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}}$$

$$\epsilon = \text{GGL induksi (V)}$$

$$B = \text{induksi magnet (T)}$$

$$\ell = \text{panjang kawat (m)}$$

$$V = \text{kelajuan (m/s)}$$

$$N = \text{banyaknya lilitan}$$

$$\Delta \Phi = \text{perubahan N flux magnet}$$

Induksi terdiri

Pada rangkaian induksi yang dialiri arus listrik maka akan tercipta medan magnet. Medan magnet yang tercipta sesuai dengan konsep fisika yaitu induksi magnet. Pada saat aliran listrik di hilangkan pada rangkaian maka lampu yang dihubungkan pada rangkaian tidak langsung padam namun masih dapat hidup dalam beberapa waktu. Hal ini dikarenakan magnet yang tercipta pada saat listrik di alirkan menciptakan aliran listrik baru, namun dalam jumlah yang sangat kecil, sehingga setelah saklar di buka lampu hanya mampu menyala sebentar saja.

$$\boxed{\epsilon = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}}$$

$$\epsilon = \text{tegangan (Volt)}$$

$$\Delta I = \text{perubahan kuat arus (A)}$$

$$\Delta t = \text{perubahan waktu (s)}$$

$$L = \text{induksi diri (Henry = H)}$$

6.4. TRANSFORMATOR

Bila dalam kehidupan perfilman kita pernah mendengar kata transformer maka dalam fisika kita juga mengenal istilah transformator, adapun makna transformator merupakan perubahan yang terjadi. Didalam penggunaan energi listrik kita sering kekuarang nialai tegangan sehingga alata yang kita guanakan tidak optimal dalam penghgunaannya. Maka dari tiu kita perlu menaikan tegangan dengan cara menghubungkan tegangan listrik melalui transformator, begitu juga ketika kita henda mengurangi nilai dari tegangan tersebut kita bisa menggiunakan transformator yang fungsinya menurunkan tegangan.

Pada dasarnya transformator merupakan komponen elektronika yang sangat mudah untuk dibuat, transformator terdiri dari dua lilitan kawat yang salah satu lilitan kawatnya di sebut lilitan primer dan lilitan berikutnya di sebut lilitan sekunder. Transformator ada yang di katakan trafo step up bilai jumlah lilitan skunder lebih bnyak jumlahnya di bandingkan dengan jumlah lilitan perimer . trafo jenis ini di gunakan untuk menurun kan nilai arus deng menaikan nilai tegangan. Kemudian kita mengenal istilah trafo step down dimana transformator ini memiliki jumlah lilitan primer yang lebih banyak di banding lilitan sekundernya. Dan fungsinya juga keterbalikan dari trafo step up.

Jika Primer dihubungkan dengan tegangan bolak balik maka pada sekitar kumparan primer timbul medan magnet yang berubah-ubah sehingga inti besi menjadi magnet yang berubah-ubah akibatnya timbul GGL disekitar kumparan sekunder, kumparan sekunder berarus yang berubah-ubah juga timbul GGL disekitar primer begitu seterusnya.

Trafo ideal adalah trafo dimana nilai hasil kali arus dan tegangan yang timbul pada lilitan sekunder nilainya sama dengan hasil kali arus dan tegangan pada sumber yang di hubungkan pada lilitan primer. Namun dalam realisasinya nialai daya yang seharusnya sama tidak pernah tercipta hal ini menunjukan tetap selalu ada energi yang hilang atau berubah menjadi energi lain. Untuk melihat efisensi dari suatu trafo maka di gunakan persamaan :

Pada trafo selalu berlaku $P_P > P_S$, Efisiensi = daya guna = η

$$\eta = \frac{P_S}{P_P} \times 100\%$$

LATIHAN SOAL

1. Induksi magnet disuatu titik yang berjarak 5 cm dari suatu kawat penghantar yang lurus dan panjangnya 10^{-6} T. Hitung kuat arus pada penghantar?
2. Tentukan induksi magnet dipusat dan disalah satu ujung Salenoida yang terdiri dari 200 gulungan panjangnya 8 cm dan berarus 0,5 A!
3. Sebuah penghantar 20 cm dialiri arus 10 A. Berapakah besarnya medan magnet homogen yang tegak lurus penghantar tersebut agar timbul gaya sebesar 0,5 N.
4. Sebuah toroida mempunyai 3000 lilitan, diameter dalam 18 cm dan diameter luar 22 cm. Berapakah induksi magnetik didalam toroida, apabila dialiri arus 5 ampere?

DAFTAR PUSTAKA

- Bueche, Frederick J dan Eugene Hecht. 2006. *Fisika Universitas Edisi kesepuluh*. Jakarta: Erlangga.
- Effendi, Rustam. dkk. 2007. *Medan Elektromagnetika Terapan*. Jakarta : Erlangga.
- Halliday, David dan Robert Resnick. 1978. *Fisika Jilid 2 Edisi Ketiga*. Jakarta:Erlangga.
- Hayt, William H dan John A. Nick, *Elektromagnetika Edisi Ke 7*. Jakarta: Erlangga. 2006.
- Kadri, Muhammad. dkk. *Elektrodinamika* . Medan: Publisher.2019.
- Priyambodo, Tri Kuntoro dan Bambang Murdaka Eka Jati. 2009. *Fisika Dasar untuk Mahasiswa Ilmu computer dan informatika*. Yogyakarta: ANDI
- Sailah, Siti dan Cekdin Cekmas, *Medan Elektromagnetika*. Yogyakarta: Andi Offset.2014.
- Wiyanto, *Elektromagnetika*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2008.